Physiologisches Laboratorium in Bonn.

Volumbestimmungen der körperlichen Elemente im Schweine- und Ochsenblut.

Dissertation

bei der

Meldung zum Doctorexamen

der medicinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

vorgelegt

im Januar 1893

von

Otto Lange

aus Bonn.

Bonn 1893,

Separat-Abdruck aus dem Archiv f. d. ges. Phys. Bd. 52.

Verlag von Emil Strauss.

Meiner lieben Mutter.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547419_0059

In Pflüger's Archiv Band 51 S. 151 haben M. und L. Bleibtreu eine Methode zur Bestimmung des Volums der körperlichen Elemente im Blut veröffentlicht, welche darauf beruht, dass defibrinirtes Blut mit physiologischer Kochsalzlösung in verschiedenen Verhältnissen vermischt und nach dem Absetzen der Blutkörperchen die klare Serum-Kochsalzlösung-Mischung mit der Pipette abgehoben und zur Untersuchung benutzt wird. Diese Untersuchung wurde auf zwei verschiedene Arten vorgenommen:

1) wurde der Stickstoffgehalt der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen nach der Kjeldahl'schen Methode bestimmt.
2) wurde das specifische Gewicht der Mischungen durch Pyknometerbestimmungen ermittelt.

Die Bezeichnungsweise der Bleibtreu'schen Abhandlung, die auch in der vorliegenden Arbeit angewandt werden soll, ist folgende:

I. Das zur Mischung verwandte Blutvolum wird mit b, das Kochsalzlösungvolum mit s, das in der Volumeinheit Blut enthaltene Serumvolum mit x, die in Gramm ausgedrückte Menge Eiweiss (Stickstoff, durch Multiplikation von 6,25 auf „Eiweiss" umgerechnet), welche durch die Stickstoffanalyse in den untersuchten 5 ccm Mischung bestimmt wird, mit e bezeichnet. Es wird dann ferner den Zeichen b, s, e, je nachdem sie die 1., 2., 3. etc. Mischung betreffen, der Index 1, 2, 3 etc. zugefügt.

Aus diesen Rechnungselementen

$$s_1, \quad b_1, \quad e_1,$$
$$s_2, \quad b_2, \quad e_2,$$

wird dann das in einem Volum Blut enthaltene Serum x, und da-

mit auch das Volum der körperlichen Elemente $1—x$, erhalten durch die Gleichung

$$(e_2—e_1)\ x = e_1\frac{s_1}{b_1} — e_2\frac{s_2}{b_2}.$$

Ist nun aber auch das unvermischte Serum zur Stickstoffanalyse benutzt und in 5 ccm e_0 Eiweiss gefunden worden, so kann man zu der angeführten Gleichung zwei andere hinzufügen, indem man sowohl aus der Vergleichung des unvermischten Serums mit der ersten als auch mit der zweiten Mischung x ausrechnen kann, man braucht nur das zu e_0 zugehörige $s_0 = 0$ zu setzen. Man erhält dann die Gleichungen

$$(e_0—e_1)\ x = e_1\frac{s_1}{b_1}$$

$$(e_0—e_2)\ x = e_2\frac{s_2}{b_2}.$$

Hat man noch eine dritte Mischung gemacht, so ergeben sich aus der Vergleichung der Mischungen untereinander, sowie aus der Vergleichung jeder Mischung mit dem Serum je 3, im Ganzen also 6 Gleichungen, nämlich:

$$(e_0—e_1)\ x = e_1\frac{s_1}{b_1}, \qquad (e_1—e_2)\ x = e_2\frac{s_2}{b_2} — e_1\frac{s_1}{b_1}$$

$$(e_0—e_2)\ x = e_2\frac{s_2}{b_2}, \qquad (e_1—e_3)\ x = e_3\frac{s_3}{b_3} — e_1\frac{s_1}{b_1}$$

$$(e_0—e_3)\ x = e_3\frac{s_3}{b_3}, \qquad (e_2—e_3)\ x = e_3\frac{s_3}{b_3} — e_2\frac{s_2}{b_2}.$$

Was nun die Benutzung dieser Gleichungen betrifft, so sind diejenigen, welche das unvermischte Serum benutzen, nicht nur für die Rechnung am einfachsten, sondern man darf auch von vornherein erwarten, dass sie den Werth von x mit einem geringeren Fehler behaftet geben werden, als die anderen, weil die unvermeidlichen Fehler, welche bei dem Mischungsverfahren durch ungenaue Messung der Grössen s und b oder durch mangelhaftes Durcheinandermischen des Serums mit der Kochsalzlösung begangen werden, in diesen Gleichungen nur einmal, in den anderen aber zweimal vorkommen. Ferner ist zu bemerken, dass, wenn die Concentrationsgrade der Mischungen zu nahe zusammenliegen (wie z. B. bei Vergleichung der Mischungen 3:4 und 4:5), die Differenz $e_1—e_2$, ebenso wie die auf der rechten Seite der Gleichung stehende Differenz

$e_2\frac{s_2}{b_2} - e_1\frac{s_1}{b_1}$, sehr klein wird, so dass Fehler in den entfernteren Decimalstellen einen sehr starken Einfluss gewinnen; die Differenzen $e_0—e_1$, sowie $e_0—e_2$ sind aber viel grösser und daher ist der mit ihrer Hülfe für x ausgerechnete Werth weniger starken Fehlern ausgesetzt.

Es ist daher erklärlich, dass bei den Versuchen die Werthe von x, die aus der Vergleichung der Mischungen untereinander berechnet wurden, oft eine etwas grössere Abweichung von dem Werthe zeigen, der aus der Vergleichung der Mischungen mit dem Serum berechnet wird. Im Allgemeinen wird man daher die letzteren Werthe als die zuverlässigeren zu betrachten haben. Als definitives Resultat werde ich daher bei den mitzutheilenden Versuchen den Mittelwerth der aus der Vergleichung der Mischungen mit dem Serum gefundenen Zahlen annehmen.

II. Die andere Art der vergleichenden Untersuchung der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen bestand in der Bestimmung des specifischen Gewichtes der Mischungen, des Serums und der benutzten Kochsalzlösung. Es würde ebenso wie vorher das zur Mischung benutzte Volum Blut mit b, das Volum Kochsalzlösung mit s, das specifische Gewicht der Mischung mit S, das des Serums mit S_0, das der Kochsalzlösung mit K bezeichnet; wenn dann x wieder dieselbe Bedeutung hat wie vorher, so war

$$x = \frac{s}{b}\,\frac{S—K}{S_0—S}.$$

Indem man dann wieder, je nachdem es sich um die 1., 2. oder 3. Mischung handelt, den Zeichen b, s, S den entsprechenden Index hinzufügt, erhält man für x so viele Werthe, als Mischungen gemacht wurden.

In der vorliegenden Arbeit, welche ich auf Anregung von Herrn Geheimrath Pflüger unternommen habe, werde ich das Ergebniss von zwei Versuchsreihen mittheilen, bei denen die genannten Methoden auf Schweineblut und Rinderblut angewandt wurden; beim Schweineblut kamen beide Methoden, beim Rinderblut nur die erste zur Anwendung. Da nämlich das Rinderblut sich nur sehr langsam absetzt, so dauerte es meistens sehr lange, bis man soviel Serum abheben konnte, als für eine genaue Bestimmung des specifischen Gewichtes nothwendig ist; mit Benutzung einer guten Centrifuge würde man aber jedenfalls auch

hier zum Ziele gelangen. Beim Schweineblut erfolgt das Absetzen meistens sehr vollkommen, so dass hier die Anwendung der zweiten Methode keine Schwierigkeiten machte.

Erwähnen will ich noch, dass bei der Versuchsreihe über Schweineblut — die der Zeit nach die spätere war — das Verfahren eingeschlagen wurde, wie es in der Bleibtreu'schen Abhandlung S. 196 auseinandergesetzt wurde; es wurde nämlich das Verhältniss $\frac{s}{b}$ so genommen, dass dasselbe ein einfaches Zahlenverhältniss darstellte; die Vortheile, die dieses Verfahren für die Vereinfachung der Rechnung bietet, liegen auf der Hand.

Für diejenigen, welche nach der Bleibtreu'schen Methode arbeiten wollen, dürfte es vielleicht zweckmässig sein, noch einmal im Zusammenhang die bei der Methode in Betracht kommenden praktischen Verrichtungen in der zweckmässigsten Form zusammengestellt zu finden.

Das frisch aufgefangene Blut wird mit einem Glasstabe sorgfältig defibrinirt (so dass keine grossen Coagula entstehen, sondern nachher das Fibrin einen um den Stab aufgewickelten, nicht zu voluminösen Knäuel bildet). Zum Abmessen dienen am besten eine Anzahl genau geaichter, gut gereinigter und getrockneter Maasskölbchen etwa zu 50, 100, 150 und 200 ccm; es ist darauf zu achten, dass bei der Abmessung die Temperatur des Blutes und der Kochsalzlösung keine zu grossen Differenzen aufweist.

Um die Mischung mit dem Verhältniss

$$s : b = 1 : 1$$

herzustellen, nimmt man je nach der verfügbaren Blutmenge 50 : 50, 100 : 100 oder mehr. Man misst beispielsweise, um die Mischung 100 : 100 zu erhalten, zuerst 100 ccm Blut in einem Maasskölbchen und 100 ccm Kochsalzlösung in einem andern ab. Ehe man aber das Blut in das Maasskölbchen füllt, ist es vorher gut umzuschütteln, denn schon nach kurzem Stehen des Blutes bilden sich in den höheren Theilen des Gefässes körperchenärmere Schichten, wodurch grosse Fehler in der Bestimmung verursacht werden können.

Lästig beim Abmessen des Blutes ist der beim Umschütteln sich bildende Schaum; zur Beseitigung desselben aus dem Maasskölbchen kann man sich eines Glasstabes oder eines Streifens Fliesspapier bedienen.

Den Inhalt beider Kölbchen schüttet man dann in ein Becherglas und mischt durch Rühren mit einem Glasstabe oder durch Schwenken des Becherglases sehr sorgfältig. Da nun aber der Benetzungsfehler von Blut und Salzlösung in Folge der verschiedenen Adhäsion der beiden Flüssigkeiten an Glas sehr verschieden ausfällt, so muss man zur Vermeidung des daraus zu erwartenden Fehlers jetzt beide Kölbchen mit einer nicht zu knapp zu bemessenden Quantität der Mischung, die man aus dem Becherglas vermittelst eines Trichters in die Kölbchen zurückschüttet, ausspülen, worauf man diese Kölbchen wieder in das Becherglas entleert und nochmals sorgfältig umrührt.

Nun ist die Mischung fertig und man bringt dieselbe in Gefässe, welche zum Absetzen der Körperchen geeignet sind; am zweckmässigsten ist es, einfach die vorher benutzten Maasskölbchen oder andere Kölbchen mit engem — aber nicht allzu engem — Hals zu nehmen. Dieselben werden bis hoch in den Hals hinein gefüllt und dann wohlverschlossen an einen kalten Ort gestellt.

Je nach der Natur des Blutes kann man dann schon nach einem oder mehreren Tagen die klare Flüssigkeit, welche über den Blutkörperchen steht, mit der Pipette abheben und zu den oben erwähnten Untersuchungen benutzen.

M. und L. Bleibtreu haben in ihrer Abhandlung für das Pferdeblut noch zwei abgekürzte Formeln angegeben, durch welche man den Gehalt des Pferdeblutes an körperlichen Elementen annähernd auf sehr einfache Weise entweder durch zwei Stickstoffbestimmungen oder durch zwei Bestimmungen des specifischen Gewichtes ermitteln kann.

Die erste Formel lautet

$$V = C\,(E - e),$$

wo V das Volum der körperlichen Elemente in 100 Theilen Blut, E den auf Eiweiss umgerechneten Stickstoffgehalt des defibrinirten Gesammtblutes, e den Eiweissgehalt des Serums und C den Faktor 2,55 bedeutet. Die Formel gründet sich auf den Umstand, dass beim Pferde die Blutkörperchensubstanz eine in Bezug auf den Stickstoff ziemlich constante Zusammensetzung hat.

Eine ganz entsprechende Formel für das Schweineblut habe ich durch meine Versuchsreihe A ermittelt, nur ist der Faktor nicht 2,55, sondern eine etwas grössere Zahl; diese Formel gibt

nicht ganz so genaue Resultate wie beim Pferdeblut, liefert aber doch sehr brauchbare Zahlen.

Um den Faktor C, mit welchem beim Schweineblut die Differenz $E-e$ multiplicirt werden muss, zu ermitteln, habe ich bei jedem einzelnen Versuch, nachdem das Volum der körperlichen Elemente im Blut V durch die Mischungsmethode ermittelt war, den Werth des Faktors durch Einsetzen der Werthe E, e und V in die Gleichung

$$V = C\,(E-e)$$

oder

$$C = \frac{V}{E-e}$$

ausgerechnet.

Zu diesem Zwecke musste in den einzelnen Versuchen auch in dem Blut selbst der Stickstoffgehalt bestimmt werden.

Zur Erläuterung der Versuche bemerke ich, dass die Stickstoffanalysen, ebenso wie in der Bleibtreu'schen Arbeit, nach der modificirten Kjeldahl'schen Methode, wie sie von P. Argutinsky[1]) angegeben ist, ausgeführt wurden.

Die hierzu benutzte vorgelegte Schwefelsäure war so gestellt, dass 50 ccm derselben 0,09725 gr Stickstoff oder 0,57975 gr Eiweiss anzeigten. Die zur Titration verwendete Kalilauge war so stark verdünnt, dass 50 ccm obiger Schwefelsäure von 39,7 ccm Kalilauge neutralisirt wurden; es war also 1 ccm dieser Kalilauge 0,014625 gr Eiweiss aequivalent.

Die Bestimmungen des specifischen Gewichtes wurden vermittelst Pyknometerwägungen gemacht, nachdem vorher die Temperatur der zu wägenden Flüssigkeiten gemessen war; zur Ausrechnung wurden die Kopp'schen Zahlen für die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme benutzt.

Versuchsreihe A.

Schweineblut.

Versuch 1.

21. August 1891.

Schweineblut beim Schlachten aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

1) Pflüger's Archiv Band 46.

Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus dem Stickstoffgehalte des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen.

1. Stickstoffanalyse des Serums.

5 ccm Serum.

Analyse a.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 6,45 ccm Kalilauge = 0,09433 gr „
Also gefunden 0,36947 gr Eiweiss.

Analyse b.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 6,5 ccm Kalilauge = 0,09507 gr „
Also gefunden 0,36873 gr Eiweiss.

Mittel aus beiden Analysen = 0,3691 gr Eiweiss
= 7,382 % Eiweiss.

2. Mischung 1.

100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
100 ccm defibrinirtes Blut
200 ccm Mischung.

Analyse der aus obiger Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 21,4 ccm Kalilauge = 0,31300 gr „
Also gefunden 0,1508 gr Eiweiss.

3. Mischung 2.

150 ccm 0,6% Kochsalzlösung
200 ccm defibrinirtes Blut
350 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 11,5 ccm Kalilauge = 0,16820 gr „
Also gefunden 0,17965 gr Eiweiss.

4. Mischung 3.

100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
200 ccm defibrinirtes Blut

300 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 9,1 ccm Kalilauge = 0,13309 gr „

Also gefunden 0,21476 gr Eiweiss.

Es ergeben sich demnach zur Berechnung des Volums des Serums folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}3691$
$s_1 = 100$ $b_1 = 100$ $e_1 = 0{,}1508$
$s_2 = 150$ $b_2 = 200$ $e_2 = 0{,}17965$
$s_3 = 100$ $b_3 = 200$ $e_3 = 0{,}21476$

Daraus berechnen sich für x folgende Werthe:

(0 : 1) $x = 0{,}690 = 69{,}0\%$ Serum
(0 : 2) $x = 0{,}7112 = 71{,}12\%$ „
(0 : 3) $x = 0{,}6957 = 69{,}57\%$ „

Im Mittel **69,89% Serum**
und **30,11 % körperliche Elemente.**

Berechnung des Faktors C aus diesem Versuch.

Stickstoffgehalt des Blutes.

5 ccm defibrinirtes Blut.

Vorlage 100 ccm Schwefelsäure . . . . . = 1,1595 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 14,5 ccm Kalilauge = 0,2121 gr „

Also gefunden 0,9474 gr Eiweiss.
= 18,948% Eiweiss.

Das Serum erhält laut vorstehender Analyse
7,382% Eiweiss.

Es würde sich demnach für die Formel

$$V = (E - e)\ C$$

für diesen Versuch ergeben

$$30{,}11 = (18{,}948 - 7{,}382)\ C$$

$$C = \frac{30{,}11}{11{,}566}$$

$$C = \mathbf{2{,}603.}$$

Versuch 2.

26. August 1891.

Schweineblut beim Schlachten aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

I. Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus dem Stickstoffgehalte des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen.

1. Stickstoffanalysen des Serums.

5 ccm Serum.

Analyse a.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 5,95 ccm Kalilauge = 0,08702 gr „

Also gefunden 0,37678 gr Eiweiss.

Analyse b.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 6,05 ccm Kalilauge = 0,08848 gr „

Also gefunden 0,37532 gr Eiweiss.

Mittel aus beiden Analysen 0,37605 gr Eiweiss
= 7,52% Eiweiss.

2. Mischung 1.

100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
100 ccm defibrinirtes Blut

200 ccm Mischung.

Analysen der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

Analyse a.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 14,3 ccm Kalilauge = 0,20914 gr „

Also gefunden 0,13871 gr Eiweiss.

Analyse b.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 14,4 ccm Kalilauge = 0,21061 gr „

Also gefunden 0,13724 gr Eiweiss.

Mittel aus beiden Analysen 0,13797 gr Eiweiss.

3. Mischung 2.
100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
200 ccm defibrinirtes Blut

300 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.
5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 9,85 ccm Kalilauge = 0,14405 gr „

Also gefunden 0,20380 gr Eiweiss.

4. Mischung 3.
100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
300 ccm defibrinirtes Blut

400 ccm Mischung.

Analyse der aus obiger Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.
5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 7,45 ccm Kalilauge = 0,10895 gr „

Also gefunden 0,23890 gr Eiweiss.

Es ergeben sich demnach zur Berechnung des Volum des Serums folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}37605$
$s_1 = 100$ $b_1 = 100$ $e_1 = 0{,}13797$
$s_2 = 100$ $b_2 = 200$ $e_2 = 0{,}20380$
$s_3 = 100$ $b_3 = 300$ $e_3 = 0{,}23890.$

Hieraus erhält man für x folgende Werthe:

(0:1) $x = 0{,}5795 = 57{,}95\%$ Serum
(0:2) $x = 0{,}5918 = 59{,}18\%$ „
(0:3) $x = 0{,}5806 = 58{,}06\%$ „

Im Mittel **58,39% Serum**
und **41,61% körperliche Elemente.**

Berechnung des Faktors C aus diesem Versuche:

Stickstoffanalyse des Blutes.
5 ccm defibrinirtes Blut.

Vorlage 110 ccm Schwefelsäure . . . . = 1,2754 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 8,15 ccm Kalilauge = 0,1192 gr „

Also gefunden 1,1562 gr Eiweiss
= 23,124% Eiweiss.

Das Serum enthält nach vorstehender Analyse

7,52% Eiweiss.

Es würde sich also für die Formel

$$V = (E-e)\ C$$

ergeben

$$41{,}61 = (23{,}124-7{,}52)\ C$$

$$C = \frac{41{,}61}{15{,}604}$$

$$C = 2{,}66.$$

II. Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus den specifischen Gewichten des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen.

1. Specifisches Gewicht des Serums.

20,5752 ccm wiegen 21,1075 gr.

Temperatur 22°.

$$\text{Also ist das specifische Gewicht} = \frac{21{,}1075}{20{,}5317} = 1028{,}04.$$

2. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6% Kochsalzlösung + 100 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,7895 gr.

Temperatur 23°.

$$\text{Also ist das specifische Gewicht} = \frac{20{,}7895}{20{,}527} = 1012{,}79.$$

3. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6% Kochsalzlösung + 200 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,8785 gr.

Temperatur 22°.

$$\text{Also ist das specifische Gewicht} = \frac{20{,}8785}{20{,}5317} = 1016{,}89.$$

4. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6% Kochsalzlösung + 300 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,926 gr.

Temperatur 22°.

$$\text{Also ist das specifische Gewicht} = \frac{20{,}926}{20{,}5317} = 1019{,}2.$$

5. Specifisches Gewicht der benutzten Kochsalzlösung = 1003,88.

Wir haben also zu setzen:

$$s_1 = 100 \quad b_1 = 100 \quad S_1 = 1012{,}79$$
$$s_2 = 100 \quad b_2 = 200 \quad S_2 = 1016{,}89$$
$$s_3 = 100 \quad b_3 = 300 \quad S_3 = 1019{,}2$$
$$S_0 = 1028{,}04$$
$$K_0 = 1003{,}88.$$

Daraus erhält man für x folgende Werthe:

$$\text{I.} \quad \frac{1}{1} \frac{1012{,}79 - 1003{,}88}{1028{,}04 - 1012{,}79} = 58{,}42$$

$$\text{II.} \quad \frac{1}{2} \frac{1016{,}89 - 1003{,}88}{1028{,}04 - 1016{,}89} = 58{,}34$$

$$\text{III.} \quad \frac{1}{3} \frac{1019{,}2 - 1003{,}88}{1028{,}04 - 1019{,}2} = 57{,}77$$

Im Mittel **58,18% Serum**
und **41,82% körperliche Elemente.**

Versuch 3.

1. September 1891.

Schweineblut beim Schlachten aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

I. Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus dem Stickstoffgehalte des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen.

1. Stickstoffanalyse des Serums.

5 ccm Serum.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 5,85 ccm Kalilauge = 0,08556 „ „

Also gefunden in 5 ccm = 0,37824 gr Eiweiss
= 7,5648%.

2. Mischung 1.

100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
100 ccm defibrinirtes Blut

200 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 13,6 ccm Kalilauge = 0,19891 „ „

Also gefunden in 5 ccm Mischung = 0,14894 gr Eiweiss.

3. Mischung 2.

100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
150 ccm defibrinirtes Blut

250 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 10,95 ccm Kalilauge = 0,16015 „ „

Also gefunden in 5 ccm Mischung = 0,1877 gr Eiweiss.

4. Mischung 3.

100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
200 ccm defibrinirtes Blut

300 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 9,05 ccm Kalilauge = 0,13236 „ „

Also gefunden in 5 ccm Mischung = 0,21549 gr Eiweiss.

Es ergeben sich also zur Berechnung des Volums des Serums folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}37824$
$s_1 = 100$ $b_1 = 100$ $e_1 = 0{,}14894$
$s_2 = 100$ $b_2 = 150$ $e_2 = 0{,}1877$
$s_3 = 100$ $b_3 = 200$ $e_3 = 0{,}21549.$

Daraus ergeben sich für x folgende Werthe:

(0 : 1) $x = 0{,}6567 = 65{,}67\%$ Serum
(0 : 2) $x = 0{,}662 = 66{,}2$ „ „
(0 : 3) $x = 0{,}650 = 65{,}0$ „ „

Im Mittel = **65,62% Serum**
also **34,38% körperliche Elemente.**

Berechnung des Faktors C aus diesem Versuche.

Stickstoffanalyse des Blutes.

5 ccm defibrinirtes Blut.

Vorlage 110 ccm Schwefelsäure . . . . . = 1,2754 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 16,7 ccm Kalilauge = 0,20312 „ „

Also gefunden in 1 ccm = 1,0312 gr Eiweiss
= 20,62% Eiweiss.

Ein Kontrollversuch ergab dasselbe Resultat.

Das Serum enthielt nach obiger Analyse

7,565 % Eiweiss.

Es würde sich also für die Formel $V = (E-e)\,C$ für diesen Versuch ergeben:

$$34{,}38 = (20{,}62-7{,}565)\,C$$
$$C = \frac{34{,}38}{13{,}055}$$
$$C = 2{,}63.$$

II. Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus den specifischen Gewichten des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen.

1. Specifisches Gewicht des Serums.

20,5752 ccm Serum wiegen 21,1075 gr.

Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{21{,}1075}{20{,}5317} = 1028{,}04.$

2. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6 % Kochsalzlösung + 100 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,8115 gr.

Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{20{,}8115}{20{,}5317} = 1013{,}63.$

3. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6 % Kochsalzlösung + 150 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,8595 gr.

Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{20{,}8595}{20{,}5317} = 1015{,}96.$

4. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6 % Kochsalzlösung + 200 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,8965 gr.

Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{20{,}8965}{20{,}5317} = 1017{,}76.$

Wir haben also zu setzen:

$$s_1 = 100 \quad b_1 = 100 \quad S_1 = 1013{,}63$$
$$s_2 = 100 \quad b_2 = 150 \quad S_2 = 1015{,}96$$
$$s_3 = 100 \quad b_3 = 200 \quad S_3 = 1017{,}76$$
$$S_0 = 1028{,}04$$
$$K = 1003{,}88.$$

Daraus erhält man für x folgende Gleichungen:

$$\text{I. } \frac{1}{1}\ \frac{1013{,}63-1003{,}88}{1028{,}04-1013{,}63} = 67{,}66\,\%\text{ Serum}$$

$$\text{II. } \frac{1}{1{,}5}\ \frac{1015{,}96-1003{,}88}{1028{,}04-1015{,}96} = 66{,}66\text{ „ „}$$

$$\text{III. } \frac{1}{2}\ \frac{1017{,}76-1003{,}88}{1028{,}04-1017{,}76} = 67{,}51\text{ „ „}$$

Im Mittel **67,28 % Serum,**
also **32,27 „ körperliche Elemente.**

Versuch 4.

3. September 1891.

Schweineblut beim Schlachten aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

I. Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus dem Stickstoffgehalte des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen.

1. Stickstoffanalyse des Serums.

5 ccm Serum.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,4638 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 3,9 ccm Kalilauge = 0,0558 „ „

Also gefunden in 5 ccm = 0,4080 gr Eiweiss
= 8,16 %.

2. Mischung 1.

100 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
100 ccm defibrinirtes Blut

200 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 13,4 ccm Kalilauge = 0,19598 „ „

Also gefunden in 5 ccm Mischung = 0,15187 gr Eiweiss.

3. Mischung 2.

100 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
150 ccm defibrinirtes Blut

250 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 10,7 ccm Kalilauge = 0,15649 „ „

Also gefunden in 5 ccm Mischung = 0,19136 gr Eiweiss.

4. Mischung 3.

100 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
200 ccm defibrinirtes Blut

300 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 8,8 ccm Kalilauge = 0,12870 gr „

Also gefunden in 5 ccm Mischung 0,21915 gr Eiweiss.

Es ergeben sich also zur Berechnung des Volums des Serums folgende Werthe:

$s^0 = 0$ — $e_0 = 0{,}4080$
$s_1 = 100$ $b_1 = 100$ $e_1 = 0{,}15187$
$s_2 = 100$ $b_2 = 150$ $e_2 = 0{,}19136$
$s_3 = 100$ $b_3 = 200$ $e_3 = 0{,}21915.$

Daraus ergeben sich für x folgende Werthe:

(0 : 1) $x = 0{,}593 = 59{,}3$ % Serum
(0 : 2) $x = 0{,}5899 = 58{,}99$ „ „
(0 : 3) $x = 0{,}580 = 58{,}0$ „ „

Im Mittel = **58,76 % Serum,**
also **41,24 % körperliche Elemente.**

Berechnung des Faktors C aus diesem Versuche.

Stickstoffgehalt des Blutes.

5 ccm defibrinirtes Blut.

Vorlage 100 ccm Schwefelsäure . . . . = 1,1595 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 1,15 ccm Kalilauge = 0,0168 gr „

Also gefunden in 5 ccm Blut 1,1427 gr Eiweiss
= 22,854 %.

Das Serum enthielt nach obiger Analyse
8,160 % Eiweiss.

Es würde sich also für die Formel

$$V = (E-e)\ C$$

für diesen Versuch ergeben

$$41{,}24 = (22{,}854-8{,}160)\ C$$

$$C = \frac{41{,}24}{14{,}694}$$

$$C = 2{,}807.$$

II. Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus den specifischen Gewichten des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen.

1. Specifisches Gewicht des Serums.

20,5752 ccm Serum wiegen 21,1365 gr.
Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{21{,}1365}{20{,}5317} = 1029{,}48.$

2. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6% Kochsalzlösung + 100 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,809 gr.
Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{20{,}809}{20{,}5317} = 1013{,}50.$

3. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6% Kochsalzlösung + 150 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,8555 gr.
Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{20{,}8555}{20{,}5317} = 1015{,}77.$

4. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6% Kochsalzlösung + 200 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,8975 gr.
Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{20{,}8975}{20{,}5317} = 1017{,}81.$

Das specifische Gewicht der gebrauchten Kochsalzlösung ist 1003,93.

Wir haben also zu setzen:

$$s_1 = 100 \quad b_1 = 100 \quad S_1 = 1013{,}50$$
$$s_2 = 100 \quad b_2 = 150 \quad S_2 = 1015{,}77$$
$$s_3 = 100 \quad b_3 = 200 \quad S_3 = 1017{,}81$$
$$S_0 = 1029{,}48$$
$$K = 1003{,}93.$$

Daraus erhält man für x folgende Gleichungen:

$$\text{I.} \quad \frac{1}{1} \; \frac{1013{,}50-1003{,}93}{1029{,}48-1013{,}50} = 0{,}5988 \doteq 59{,}88\,\% \text{ Serum}$$

$$\text{II.} \quad \frac{1}{1{,}5} \; \frac{1015{,}77-1003{,}93}{1029{,}48-1015{,}77} = 0{,}575 = 57{,}5\,\% \text{ „}$$

$$\text{III.} \quad \frac{1}{2} \; \frac{1017{,}81-1003{,}93}{1029{,}48-1017{,}81} = 0{,}594 = 59{,}4\,\% \text{ „}$$

Im Mittel **58,93% Serum**,
also **41,07% körperliche Elemente.**

Versuch 5.

8. September 1891.

Schweineblut beim Schlachten aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

I. Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus dem Stickstoffgehalte des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen.

1. Stickstoffanalyse des Serums.

5 ccm Serum.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,4638 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 3,4 ccm Kalilauge = 0,04973 gr „

Also gefunden in 5 ccm 0,41407 gr Eiweiss
= 8,2814%.

Eine Kontrollanalyse ergab dasselbe Resultat.

2. Mischung 1.

100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
100 ccm defibrinirtes Blut

200 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 13,6 ccm Kalilauge = 0,19891 gr „

Also gefunden in 5 ccm 0,14894 gr Eiweiss.

3. Mischung 2.

100 ccm 0,6% Kochsalzlösung
200 ccm defibrinirtes Blut.

300 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 8,7 ccm Kalilauge = 0,12724 gr „

Also gefunden in 5 ccm 0,22061 gr Eiweiss.

Es ergeben sich also zur Berechnung des Volums des Serums folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}41407$
$s_1 = 100$ $b_1 = 100$ $e_1 = 0{,}14894$
$s_2 = 100$ $b_2 = 200$ $e_2 = 0{,}22061.$

Daraus ergeben sich für x folgende Werthe:

0 : 1 $x = 0{,}5617 = 56{,}17\%$ Serum
0 : 2 $x = 0{,}5702 = 50{,}02$ „ „

Im Mittel **56,59% Serum**
oder 43,41 körperliche Elemente.

Berechnung des Faktors C aus diesem Versuche.

Stickstoffgehalt des Blutes.

5 ccm defibrinirtes Blut.

Vorlage 100 ccm Schwefelsäure . . . . = 1,27545 gr Eiweiss
(Analyse a) Ueberschuss an Säure = 6,7 ccm Kalilauge
(Analyse b) „ „ „ = 6,8 ccm „

Mittel 6,75 ccm Kalilauge = 0,09872 gr Eiweiss

Also gefunden in 5 ccm 1,17673 gr Eiweiss
= 23,5346% Eiweiss.

Das Serum enthielt nach obiger Analyse
8,281% Eiweiss.

Es würde sich also für die Formel

$$V = (E - e)\ C$$

für diesen Versuch ergeben

$$43{,}41 = (22{,}5346 - 8{,}281)\ C$$
$$C = \frac{43{,}41}{15{,}254}$$
$$C = 2{,}845.$$

II. Bestimmung des Volums des Serums resp. der körperlichen Elemente aus dem specifischen Gewichte des Serums und einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

1. Specifisches Gewicht des Serums.

20,5752 ccm Serum wiegen 21,1455 gr.
Temperatur 24°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{21,1455}{20,522} = 1030,38.$

2. Specifisches Gewicht einer Serum-Kochsalzlösung-Mischung, gewonnen aus 100 ccm 0,6% Kochsalzlösung + 150 ccm defibrinirtes Blut.

20,5752 ccm Mischung wiegen 20,864 gr.
Temperatur 22°.

Also ist das specifische Gewicht $= \frac{20,864}{20,5317} = 1016,18.$

Das specifische Gewicht der Kochsalzlösung war 1003,93. Wir haben also zu setzen

$$s_1 = 100 \quad b_1 = 150 \quad S_1 = 1016,18$$
$$S_0 = 1030,38$$
$$K_0 = 1003,93.$$

Daraus erhält man für x folgende Gleichung

$$x = \frac{1}{1,5} \frac{1016,18 - 1003,93}{1030,38 - 1016,18} = 0,575 = 57,5\% \text{ Serum}$$
$$= 42,5 \text{ körperliche Elemente.}$$

Versuchsreihe B.

Ochsenblut.

In sämmtlichen Versuchen mit Ochsenblut wurde, wie schon oben erwähnt, das Volum des Serums resp. der körperlichen Elemente nur aus dem Stickstoffgehalte des Serums und der Serum-Kochsalzlösung-Mischungen bestimmt, nicht vermittelst der Bestimmungen des specifischen Gewichts des Serums und der Mischungen.

Versuch 1.

16. Juni 1891.

Ochsenblut beim Schlachten nach dem Schlagen aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

1. Stickstoffanalyse des Serums.

3,5 cm Serum.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure [1] . . . = 0,34575 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 4,2 ccm Kalilauge = 0,06142 „ „
Also gefunden = 0,28433 gr Eiweiss
In 5 ccm würden also gewesen sein 0,4058 „ „
= 8,117 % Eiweiss.

2. Mischung 1.

25 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
141,5 „ defibrinirtes Blut
166,5 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34575 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 2,2 ccm Kalilauge = 0,03217 „ „
Also gefunden = 0,31358 gr Eiweiss

3. Mischung 2.

50 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
122,5 „ defibrinirtes Blut
172,5 cm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,25931 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 1,12 ccm Kalilauge = 0,01638 „ „
Also gefunden = 0,24293 gr Eiweiss.

Es ergeben sich also zur Berechnung des Volums des Serums folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}4058$
$s_1 = 25$ $b_1 = 141{,}5$ $e_1 = 0{,}31358$
$s_2 = 50$ $b_2 = 122{,}5$ $e_2 = 0{,}24293$.

Daraus ergeben sich für x folgende Werthe:
(0 : 1) $x = 0{,}601 = 60{,}1$ % Serum, (1 : 2) $x = 0{,}595 = 59{,}5$ % Serum
(0 : 2) $x = 0{,}598 = 59{,}8$ % „

Im Mittel **59,95 % Serum**
und **40,05 % körperliche Elemente.**

1) Bei diesem Versuche wurde eine anders gestellte Schwefelsäure wie sonst benutzt; 50 ccm von ihr entsprechen 0,4322375 gr Eiweiss.

Versuch 2.

16. Juli 1891.

Blut von einem Ochsen (Pflugochs), beim Schächten aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

1) Stickstoffanalyse des Serums.

5 ccm Serum.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 6,7 ccm Kalilauge = 0,09799 „ „

Also gefunden 0,36581 gr Eiweiss.
= 7,316 % Eiweiss

2. Mischung 1.

26 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
78 „ defibrinirtes Blut

104 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 7,3 ccm Kalilauge = 0,10677 „ „

Also gefunden 0,24108 gr Eiweiss.

3. Mischung 2.

52 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
52 „ defibrinirtes Blut

104 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

3,5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 16,9 ccm Kalilauge = 0,24717 „ „

Also gefunden 0,10068 „ „
In 5 ccm würden also gewesen sein 0,14385 gr Eiweiss.

Es ergaben sich also zur Berechnung des Volums des Serums folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}36581$
$s_1 = 26$ $b_1 = 78$ $e_1 = 0{,}24108$
$s_2 = 52$ $b_2 = 52$ $e_2 = 0{,}14385$

Daraus ergeben sich für x folgende Werthe:
(0 : 1) $x = 0{,}6443 = 64{,}43\,\%$ Serum, (1 : 2) $x = 0{,}653 = 65{,}3\,\%$ Serum
(0 : 2) $x = 0{,}6480 = 64{,}80\,\%$ Serum.

Im Mittel **63,62 % Serum**
und **35,38 % körperliche Elemente.**

Versuch 3.

30. Juli 1891.

Ochsenblut beim Schächten aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

1. Stickstoffanalyse des Serums.

5 ccm Serum.

Vorlage 40 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 2,65 ccm Kalilauge = 0,03876 „ „

Also gefunden 0,42504 gr Eiweiss
= 8,5 % Eiweiss.

2. Mischung 1.

35 ccm 0,6 % Kochsalzlösnng
70 „ defibrinirtes Blut

105 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 6,5 ccm Kalilauge = 0,09507 „ „

Also gefunden . . . 0,25278 gr Eiweiss

3. Mischung 1.

50 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
50 „ defibrinirtes Blut

100 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

4,2 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 13,4 ccm Kalilauge = 0,19598 „ „

Also gefunden . . . 0,15187 gr Eiweiss
In 5 ccm würden also gewesen sein . . 0,1808 „ „

Es ergeben sich also zur Berechnung des Volums des Serums folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}42504$
$s_1 = 35$ $b_1 = 70$ $e_1 = 0{,}25278$
$s_2 = 50$ $b_2 = 100$ $e_2 = 0{,}1808$.

Daraus ergeben sich für x folgende Werthe:
(0 : 1) $x = 0{,}7337 = 73{,}37\,\%$ Serum, (1 : 2) $x = 0{,}756 = 75{,}6\,\%$ Serum,
(0 : 2) $x = 0{,}742 = 74{,}2\,\%$ Serum.
Im Mittel **73,79 % Serum**
und **26,21 % körperliche Elemente**.

Versuch 4.

4. August 1891.

Blut von einem jungen Stiere beim Schlachten nach dem Schlagen aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

1. Stickstoffanalysen des Serums.

a) nach 24 Stunden abgehoben.

3,5 ccm Serum.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 7,9 ccm Kalilauge = 0,11554 „ „

Also gefunden . . . 0,23231 gr Eiweiss
Im 5 ccm würden also gewesen sein . . 0,33187 „ „

b) nach 48 Stunden abgehoben.

2,5 ccm Serum.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 12,25 ccm Kalilauge = 0,17916 „ „

Also gefunden . . . 0,16869 gr Eiweiss
In 5 ccm würden also gewesen sein . . 0,33738 „ „

c) nach 6 Tagen abgehoben.

Vorlage 60 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,69570 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 1,7 ccm Kalilauge = 0,02486 „ „

Also gefunden 0,67084 gr Eiweiss
In 5 ccm würden also gewesen sein . . 0,33542 gr Eiweiss
5 ccm Serum enthalten also im Mittel . 0,3349 „ „
= 6,7 % Eiweiss.

2) Mischung 1.

35,1 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
66,5 „ defibrinirtes Blut

101,6 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

a) 5 ccm Mischung.

Vorlage 35 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,405825 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 14,6 ccm Kalilauge = 0,21353 „ „
Also gefunden . . . . = 0,19229 gr Eiweiss

b) 5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 10,4 ccm Kalilauge = 0,15211 „ „
Also gefunden . . . . 0,19574 gr Eiweiss
Mittel aus diesen beiden Analysen . . . 0,1940 „ „

3. Mischung 2.

50 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
53 „ defibrinirtes Blut
103 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 13,8 ccm Kalilauge = 0,20183 „ „
Also gefunden . . . 0,14602 gr Eiweiss.

Es ergeben sich also für die Berechnung des Volums des Serums folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}3349$
$s_1 = 35$ $b_1 = 66{,}5$ $e_1 = 0{,}1940$
$s_2 = 50$ $b_2 = 53$ $e_2 = 0{,}1460$

Daraus ergeben sich für x folgende Werthe:

(0 : 1) $x = 0{,}7235 = 72{,}35$ % Serum, (1 : 2) $x = 0{,}7455 = 74{,}55$ % Serum
(0 : 2) $x = 0{,}7291 = 72{,}91$ % Serum

Im Mittel **72,63 % Serum**
und **27,37 % körperliche Elemente.**

Versuch 5.

10. August 1891.

Ochsenblut beim Schächten aufgefangen und mit einem Glasstabe defibrinirt.

1. Stickstoffanalyse des Serums.

5 ccm Serum.

Vorlage 40 ccm Schwefelsänre . . . . = 0,46380 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 5,3 ccm Kalilauge = 0,07752 „ „
Also gefunden . . . 0,38628 gr Eiweiss
= 7,726 % Eiweiss

2) Mischung 1.

20 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
80,3 ccm defibrinirtes Blut
100,3 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 4,85 ccm Kalilauge = 0,07093 „ „

Also gefunden . . . 0,27692 gr Eiweiss

3. Mischung 2.

35 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
69 „ defibrinirtes Blut

104 ccm Mischung.

Analysen der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

a) 4,5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 10,55 ccm Kalilauge = 0,15430 „ „

Also gefunden . . . 0,19355 gr Eiweiss
In 5 ccm würden demnach gewesen sein 0,21505 „ „

b) 5 ccm Mischung.

Vorlage 30 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,34785 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 9,15 ccm Kalilauge = 0,13382 „ „

Also gefunden . . . 0,21403 gr Eiweiss
Mittel zwischen den beiden Analysen . . 0,2145 „ „

4) Mischung 3.

50 ccm 0,6 % Kochsalzlösung
53,9 „ defibrinirtes Blut

103,9 ccm Mischung.

Analyse der aus dieser Mischung gewonnenen Serum-Kochsalzlösung-Mischung.

Vorlage 20 ccm Schwefelsäure . . . . = 0,23190 gr Eiweiss
Ueberschuss an Säure = 5,2 ccm Kalilauge = 0,07605 „ „

Also gefunden . . . 0,15585 gr Eiweiss

Zur Bestimmung des Volums hat man demnach folgende Werthe:

$s_0 = 0$ — $e_0 = 0{,}3863$
$s_1 = 20$ $b_1 = 80{,}3$ $e_1 = 0{,}2770$
$s_2 = 35$ $b_2 = 69$ $e_2 = 0{,}2145$
$s_3 = 50$ $b_3 = 53.9$ $e_3 = 0{,}1558.$

Daraus ergeben sich für x folgende Werthe:

(0 : 1) $x = 0{,}6312 = 63{,}12\,\%$ Serum, (1 : 2) $x = 0{,}6354 = 63{,}54\,\%$ Serum
(0 : 2) $x = 0{,}6333 = 63{,}33\,\%$ Serum, (1 : 3) $x = 0{,}6232 = 62{,}32\,\%$ Serum
(0 : 3) $x = 0{,}6270 = 62{,}70\,\%$ Serum, (2 : 3) $x = 0{,}6085 = 60{,}85\,\%$ Serum

Im Mittel **63,05 % Serum**
und **36,95 % körperliche Elemente.**

Die Ergebnisse der beiden Versuchsreihen stelle ich in folgenden Tabellen zusammen.

In der Tabelle A (Schweineblut) sind die Resultate der beiden Methoden nebeneinander gestellt und die Abweichungen zwischen beiden in Procenten angegeben. Ausserdem ist der Eiweissgehalt des defibrinirten Blutes (E), sowie des Serums (e) und der Werth für den Faktor C hinzugefügt.

Tabelle A. Schweineblut.

Versuchs-Nr.	Volum der körperlichen Elemente nach Methode I (Stickstoffanalysen) %	Methode II (Bestimmung des spec. Gew.) %	Differenz %	E	e	C
1.	30,11	—	—	18,948	7,382	2,603
2.	41,61	41,82	½	23,124	7,52	2,66
3.	34,38	32,72	5	20,62	7,56	2,63
4.	41,24	41,07	½	22,85	8,16	2,8
5.	43,41	42,5	2	23,53	8,28	2,845

Tabelle B. Ochsenblut.

Versuchs-Nr.	Volum der körperlichen Elemente %	Eiweissgehalt des Serums %
1.	40,05	8,117
2.	35,39	7,316
3.	26,22	8,500
4.	27,37	6,700
5.	36,95	7,726

Bei den Versuchen mit Schweineblut wurde ausser dem Stickstoffgehalte des defibrinirten Blutes auch das specifische Gewicht desselben bestimmt. Hierdurch wird, wie leicht ersichtlich, eine Berechnung sowohl des Eiweissgehaltes als auch des specifischen Gewichtes der Blutkörperchensubstanz ermöglicht. Die betreffenden Werthe sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Versuchs-Nr.	Eiweissgehalt			Specifisches Gewicht		
	des defibrin. Blutes %	des Serums %	der Körperchen-substanz %	des defibrin. Blutes %	des Serums %	der Körperchen-substanz %
1.	18,948	7,382	45,79	1052,65	1027,30	1111,5
2.	23,124	7,520	45,02	1063,67	1028,04	1113,7
3.	20,620	7,560	45,55	1057,70	1028,04	1114,3
4.	22,85	8,16	43,78	1062,77	1029,48	1110,2
5.	22,53	8,28	43,43	1064,67	1030,38	1109,4
		Mittel	44,55		Mittel	1111,8

Aus den zwei Tabellen über die Versuche mit Schweineblut ist ersichtlich, wie gross die Schwankungen des Eiweissgehaltes (18,948 %—23,124 %) und des specifischen Gewichtes (1052,65 bis 1064,67) des defibrinirten Blutes und in Folge dessen auch der körperlichen Elemente (30,11 %—43,41 %), und wie gering andererseits die Schwankungen im Serum sind (Eiweissgehalt 7,38 %—8,28 % und specifisches Gewicht 1027,30—1030,38).

Im Ochsenblute schwankt der Gehalt an körperlichen Elementen ebenfalls beträchtlich (26,22 %—40,05 %), aber auch der Eiweissgehalt des Serums (6,7 %—8,5 %).

Beim Schweineblute scheint die Körperchensubstanz sowohl in Bezug auf den Eiweissgehalt (43,43 %—45,79 %) als auch auf das specifische Gewicht (1109,4—1114,3) ziemlich gleichmässig zu sein.

Hierauf beruht auch der angenähert constante Werth für C, welcher im Mittel beträgt:

2,71.

Rechnet man das Volum der körperlichen Elemente nach der Formel $V = 2{,}71\ (E-e)$ aus und vergleicht den hierdurch er-

haltenen Werth mit den durch die beiden anderen Methoden erhaltenen Werthen, so erhält man folgende Tabelle:

Versuchs-Nr.	V gefunden durch die erste Methode	V gefunden durch die zweite Methode	V gefunden durch die Formel $V = 2{,}71\,(E-e)$
1.	30,11	—	31,34
2.	41,61	41,82	42,28
3.	34,38	32,72	35,38
4.	41,24	41,07	39,82
5.	43,41	42,50	41,33

Zum Schlusse dieser Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Geheimrath Pflüger für die vielfache Anregung und Unterstützung, welche er mir bei derselben zu Theil werden liess, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Auch den Herren Dr. M. und Dr. L. Bleibtreu, unter deren specieller Leitung ich die vorliegende Arbeit anfertigte, sage ich an dieser Stelle meinen besten Dank.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Wilhelm Otto Lange, in Duisburg am 14. März 1869 als Sohn des im Jahre 1879 verstorbenen Sanitätsrathes Dr. Otto Lange und der Mathilde Lange geb. Rittinghaus.

Nach dem Besuche der Gymnasien in Duisburg und Bonn erhielt ich von letzterem im Jahre 1889 das Zeugniss der Reife und widmete mich dann dem Studium der Medizin an der Universität Bonn, an der ich mit Ausnahme eines Semesters, das ich in Strassburg zubrachte, bis jetzt verblieb. Meiner Dienstpflicht mit der Waffe genügte ich in Strassburg bei dem Infanterie-Regiment No. 137.

Im Frühjahre 1891 bestand ich das tentamen physicum und im Januar 1893 das examen rigorosum.

Meine Lehrer waren folgende Herren Professoren und Docenten:

In Bonn: Binz, Doutrelepont, Eigenbrodt, Finkler, Herz, Kekulé, Koester, Leo, Ludwig, Peters, Pflüger, Saemisch, Schultze, Strasburger, Trendelenburg, Ungar, von la Valette St. George, Veit.

In Strassburg: Freund.

Allen diesen hochverehrten Herren spreche ich meinen besten Dank aus.

Zu ganz besonderem Danke bin ich Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. Pflüger verpflichtet, durch dessen Güte es mir gestattet war, 3 Semester die studentische Assistentenstelle am hiesigen physiologischen Institut zu bekleiden.